

# **Technická univerzita v Liberci**

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: Strojírenská technologie

Zaměření: Řízení výroby

## **Zvýšení efektivnosti výrobních procesů ve firmě INGSEVISS- PLAST s. r. o. se sídlem v Oldřichově v Hájích, Liberec**

**Increase of effectiveness of production processes in INGSEVISS-PLAST Ltd.  
Company with seat in Oldřichov v Hájích, Liberec.**

**KOM – 1216**

***Martin Dopita***

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, Phd.

Konzultant: Ing. Zuzana Rejnartová, INGSEVISS-PLAST s. r. o., Oldřichov v Hájích

Počet stran: 42

Počet příloh

a tabulek: 8

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

Datum: 24.5. 2013



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Martin Dopita**  
Studijní program : B2341 Strojírenství  
Obor : 2301R030 Výrobní systémy  
Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

**Zvýšení efektivity výrobních procesů ve firmě INGSERVISS-PLAST  
s.r.o. se sídlem v Oldřichově v Hájích Liberec  
(podnik)**

Zásady pro vypracování :  
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení s firmou, řízením výroby, technologií výroby a s produkcí.
2. Provést analýzu současného stavu efektivity vybraných výrobních procesů.
3. Vyhodnocení analýzy včetně návrhu variant řešení a návrhu opatření.
4. Navrhovaná opatření doložit teoretickými východisky.
5. Rozpracovat navrhovaná řešení formou případové studie.
6. Shrnout získané poznatky a provést ekonomické vyhodnocení.



**Zvýšení efektivnosti výrobních procesů ve firmě INGSEVISS-  
PLAST s. r. o. se sídlem v Oldřichově v Hájích, Liberec**

**ANOTACE:**

Tato bakalářská práce pojednává o využití metody SMED a metody JIDOKA na výrobní procesy přivařovacích vík a držáků autobaterií VARTA. Jejím cílem je snaha snížit průběžnou dobu výroby a současně uplatnit možnost výroby širšího sortimentu. Pozornost je zaměřena na využití metody SMED v návaznosti na operativní plánování výroby různorodé produkce (rodiny výrobků). Současně jsou zvažovány i další časy s těmito procesy spojenými, např. zbytečná přeprava polotovaru, zbytečná práce apod. Následuje popis metody SMED, JIDOKA a představení vstřikolísovacích strojů. Na závěr je předveden návrh jednotlivých zlepšení i s ekonomickým zhodnocením.

**Increase of effectiveness of production processes in INGSEVISS-  
PLAST Ltd. Company with seat in Oldřichov v Hájích, Liberec.**

**ANNOTATION:**

The main subject of this bachelor's dissertation is the utilization of methods SMED and JIDOKA in the process of fabrication the top components and car battery holders VARTA. The dissertation's goal is to reduce the continuous time of the fabrication and to apply the potentiality of wider production. The main attention is to be given to the application of SMED method in the linkup to planning of various production. Contemporaneously the other runtimes connected with those processes (e.g. inefficient transportation of the ovenware, inefficient labour etc.) are considered. SMED and JIDOKA method description and presentation of injection-stamping machines are next. In the resume, the proposition of each amelioration is presented even with economical evaluation.

Klíčová slova: SMED, JIDOKA, operativní plánování výroby,  
výrobní stroj ENGEL ES 200/40 HL

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2013

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 42

Počet příloh: 2

Počet obrázků: 31

Počet tabulek: 6

Počet diagramů: -

## **MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 24.5.2013

Podpis:

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Zuzaně Rejnartové ze společnosti INGSEVISS-PLAST s. r. o. za ochotu, nasazení a velikou pomoc. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Jiřímu Lubinovi, PhD, za vedení a pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	8
ÚVOD.....	9
1. Seznámení s firmou INGSERVISS-PLAST s. r. o. a její produkcí.....	11
2. Seznámení s metodou SMED a jejími principy.....	13
2.1 Další způsoby snižování vedlejších časů.....	13
2.2 Základní dělení metody SMED a 3 kroky k jejímu zavedení.....	14
2.3 Rizika při zavádění rychlých změn.....	14
2.4 Plýtvání při přestavbách.....	15
3. Seznámení s pomocnými metodami JIDOKA, KAIZEN, JUST-in-TIME...	16
3.1 JIDOKA.....	16
3.2 KAIZEN.....	16
3.3 JUST-in-TIME.....	16
4. Analýza výrobních procesů v ING-SERVISSPLAST s. r. o. ....	18
4.1 Vstřikovací lis ENGEL ES 200/40 HL.....	19
4.2 Postup při sundávání formy.....	20
4.3 Postup při nandávání formy.....	20
4.4 Operace sundávání a nandávání formy.....	24
4.5 Zhodnocení přestaveb v roce 2012.....	26
5. Návrh řešení pomocí případové studie.....	27
5.1 Přesunutí činností interních na činnosti externí.....	27
5.2 Změna uspořádání nářadí, nástrojů a přípravků.....	28
5.3 Zhodnocení návrhových řešení.....	31
6. Ekonomické zhodnocení.....	36
7. Závěr.....	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	40
SEZNAM PŘÍLOH.....	42

## SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

SMED	Single Minute Exchange of Dies
JIT	Just in Time
IPI	Institut průmyslového inženýrství v Liberci
JIDOKA	Zavádění kvality do procesu
KAIZEN	Systém neustálého zlepšování
Apod.	A podobně
Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
Č.	Číslo
Např.	Například
Kč	Koruna česká
Min	Minuta
Hod	Hodina
Str.	Strana

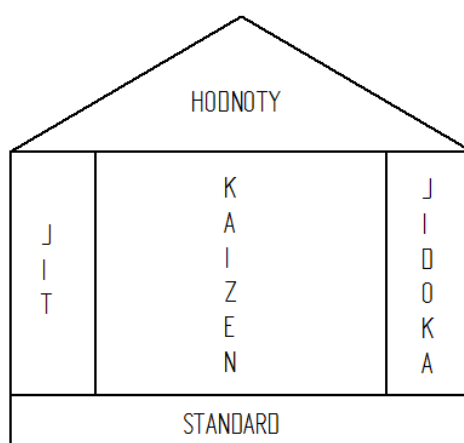


## ÚVOD

V posledních letech zažívá výrobní sektor řadu podstatných změn. Princip tovární výroby, kde poptávka převyšovala nabídku, podnik vyráběl omezený počet druhů výrobků a vyrábělo se především na sklad, již v současnosti není možný. Na přelomu století se totiž poměr otočil, nabídka začala převyšovat poptávku, což vyvolalo mezi podniky snahu o udržení své pozice na trhu.

Nejefektivnějším nástrojem, jak toho dosáhnout, je princip „štíhlé výroby“. Ta se zaměřuje na samotné procesy, ve kterých se snaží zajistit co nejvyšší jakost s nejnižšími náklady, vysokou bezpečností a pevnou morálkou. Důraz je kladen i na rozvíjení lidí a partnerů, neustálé řešení veškerých problémů a snahu předcházet jim. Pro tuto metodu je podstatné zavedení „toku“ výroby, neboli nepřetržitý a nepřerušovaný výrobní proces, který je řízen „tahem“. Tyto prvky poté vyvolávají daleko větší rychlost a pružnost výrobních procesů, rychlejší odezvy na požadavky zákazníka, vyšší konkurenceschopnost [1].

Hlavní pilíře, které tvoří model štíhlé výroby (obr. 1), jsou JIDOKA, která zavádí kvalitu do výroby, JUST-IN-TIME, jenž redukuje skladové zásoby, tím i náklady na skladování a náklady s tím spojené. Tyto dva hlavní pilíře spojuje KAIZEN, který nepřetržitě zlepšuje výrobní proces [2]. Podstavec modelu je tvořen standardem, který je zde považován za nejlepší současné řešení.



*Obr. 1: Model štíhlé výroby*

*Zdroj: Vlastní*

V této práci bylo mým cílem, s užitím metody SMED, JIDOKY a JUST-in-TIME, snížit zbytečné nevýrobní časy na vstřikovací lis ENGEL ES 200/40 HL v podniku INGSEVISS-PLAST s. r. o. Zaměřoval jsem se hlavně na časy přestaveb forem, které jsou pro vstřikování jedny z nejdůležitějších. Důsledkem by mělo být zrychlení a vyšší produktivita při zachování kvality.

Celou práci jsem rozdělil do tří hlavních částí. V první části je představena metoda SMED, JIDOKA, KAIZEN a JUST-in-TIME, základní informace o podniku INGSEVISS-PLAST s. r. o. a vstřikovacím lisu ENGEL ES 200/40 HL. Druhá teoretická část pojednává o současném stavu výměn forem. Třetí část obsahuje návrh zlepšení, ve kterém jsou popsány jednotlivé časové úspory. Jsou zde předložena ekonomická zhodnocení, ve kterých je uvedena finanční náročnost celé optimalizace a teoretické výpočty zvýšení efektivity.

## 1. Seznámení s firmou INGSEVISS-PLAST s. r. o. a její produkcí

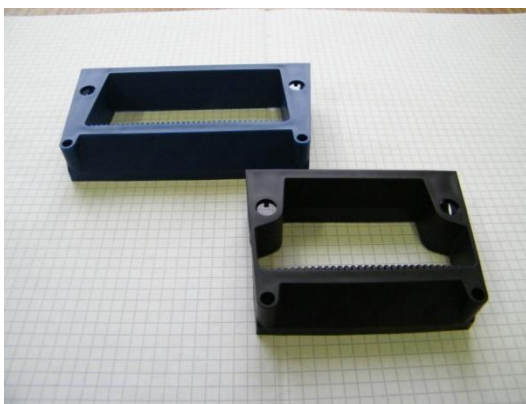
Podnik INGSEVISS-PLAST s. r. o. je strojírenský podnik zabývající se vstřikolísaváním drobných součástek z plastu, zejména pro automobilový průmysl. Mezi nejvýznamnější zakázky patří výroba přivařovacích vík (obr. 2), držáků (obr. 3) a chrániltek pólů (obr. 4) autobaterií Varta. Mezi další produkty patří speciální držáky autobaterií pro nákladní vozy (obr. 5), které jsou sestaveny z plastových trubek a provázek, vstřikolísavání elektrosoučástek (obr. 6) pro společnost Siemens a odměrky pro potravinový průmysl (obr. 7), dodávané společnosti Fuchs.

Podnik INGSEVISS-PLAST s. r. o. vznikl v roce 1999, kdy dva společníci zakoupili výrobní prostory, strojní vybavení, a to v Oldřichově v Hájích. Zpočátku ve společnosti pracovalo jen sedm pracovníků a roční obrat se pohyboval okolo částky 4 milionů korun českých. Postupným rozvojem se firma rozšířila o další výrobní prostory, strojní vybavení a pracovní sílu. To vedlo k vyšší produktivitě a větší rozmanitosti výrobků, což mělo za následek zvýšení počtu zakázek. Dnes v podniku pracuje dvacet pět stálých zaměstnanců, objem výroby se ustálil na částce 55 milionů korun českých za rok.



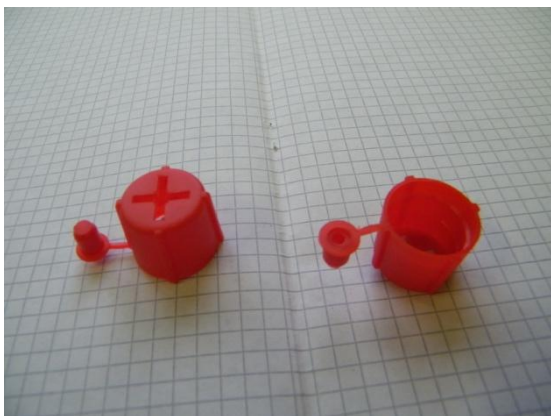
Obr. 2: Přivařovací víka autobaterií Varta

Zdroj: Vlastní



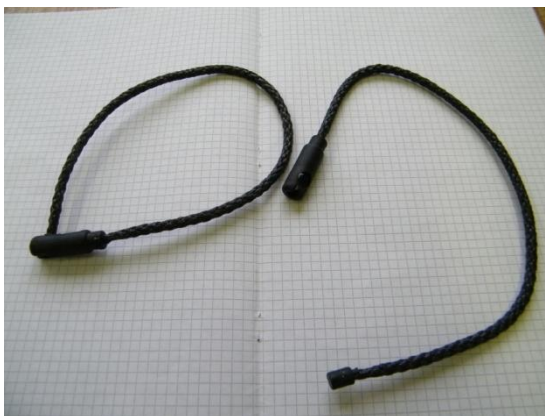
Obr. 3: Držáky autobaterií Varta

Zdroj: Vlastní



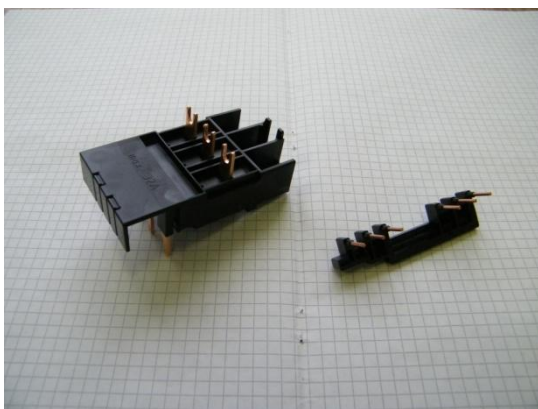
*Obr. 4: Chránítka pólů*

*Zdroj: Vlastní*



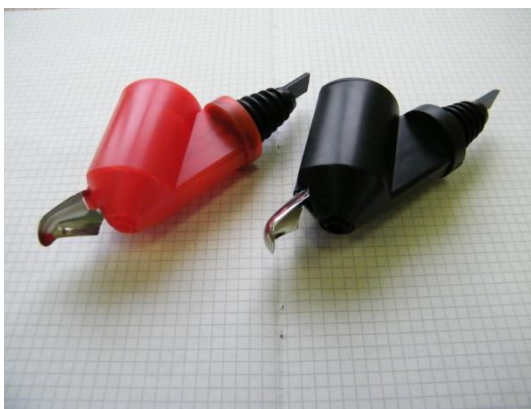
*Obr. 5: Držáky pro nákladní vozy*

*Zdroj: Vlastní*



*Obr. 6: Elektrosoučástky*

*Zdroj: Vlastní*



*Obr. 7: Odměrky pro potravinový průmysl*

*Zdroj: Vlastní*

Poznámka: Bakalářská práce je především zaměřena na držáky autobaterií a přivařovací víka (obr. 2, 3).

## 2. Seznámení s metodou SMED a jejími principy

Metoda SMED (dále jen SMED), neboli „Single Minute Exchange of Dies“, v překladu „Přestavba stroje a zařízení z produktu A na produkt B do deseti minut“, zejména rozlišením externích (za chodu stroje) a interních (za klidu stroje) činností, je systematický proces pro snížení časů prostojů a čekání při přetypování strojů. SMED je využíván především na „úzkých místech“, kde je zapotřebí snížení veškerých vedlejších časů a tím zrychlení celé výroby se snížením nákladů [3].

SMED je především využívána pro přetypování strojů. Přetypování lze charakterizovat jako čas, kdy výrobou prošel poslední dobrý kus minulé zakázky až do doby, kdy výrobou projde dobrý kus nové zakázky. Zjednodušeně můžeme říci, že se jedná o čas mezi dvěma odlišnými výrobky.

První zmínky o SMED pochází z poloviny 20. století z koncepce firmy Toyota. Za zakladatele je považován Japonec Shigeo Shingo. Zpočátku se využívala jen v automobilovém průmyslu, v současnosti má své zastoupení ve všech firmách snažících se snižovat nevýrobní časy, které nepřidávají výrobku hodnotu [4].

### 2.1 Další způsob snižování vedlejších časů

Dalším způsobem snížení časů je tzv. tradiční způsob, který pracuje na základě prodlužování času beze změn. V praxi se i nadále hojně využívá, a to i přesto, že vede k navyšování výrobních dávek.

Myšlení tradičního přístupu:

- Seřizování je nutné zlo
- Nedůslednost při náměrech časů výměn a seřizování
- Operátoři se věnují i jiným činnostem, než jen seřizování
- Není stanoven návod pro přestavbu
- Přestavovat může pouze osoba s praxí

Obecně bráné časy pro přetypování a seřízení strojů:

- 50% na zkušební provoz, popřípadě i na drobné úpravy
- 30% na přípravu a kontrolu
- 15% na seřizování nástrojů
- 5% na montáž a samotnou výměnu [4]

Již ze samotného myšlení tradičního způsobu vyplývá, že vede k velkým časovým ztrátám. Tím, že nejsou dány přesné postupy přestaveb, mohou vznikat situace, kdy pracovník nemá připravené veškeré nářadí, stroj vypne ještě před sehnáním všech potřebných dílů a pak až začne přemýšlet o tom, jak si s tím poradit.

## **2.2 Základní dělení metody SMED a tři kroky k jejímu zavedení**

Pro využití SMED je důležité rozdělit činnosti na dvě základní, a to interní a externí. Interní jsou takové, které lze provádět pouze za klidu stroje. Externí činnosti pak lze vykovávat i při chodu stroje [5].

Prvním krokem je tedy rozdělení práce dle předchozích dvou kritérií. Velmi často se stává, že správným zařazením činností, zejména externích, lze snížit čas seřizování až o 50%.

Druhý krok se zaměřuje na to, aby co možná nejvíce činností bylo vykonáno jako externí, tedy při chodu stroje. Čím více prací bude seřizovač schopen udělat ještě při chodu stroje, tím méně bude interních prací a proces se zrychlí.

Třetí krok se zaměřuje na všechny činnosti a snaží se je co nejvíce optimalizovat. Pozornost je věnována přípravným pracím, manipulací s nástroji a dopravě.

## **2.3 Rizika při zavádění rychlých změn**

- Špatně zvolíme a zařadíme operace do skupin externích a interních.
- Stanovíme příliš nízké cíle. Úspory se musí projevit okamžitě po zavedení patřičných metod.
- Nedosáhneme očekávaných výsledků, neboť se špatně standardizuje a nevyhodnocuje.
- Pokud do změny nezapojíme osoby s provozem na daném místě spojené, nedojde k úplné efektivitě.
- Nebudou-li pro změnu k dispozici potřebné finance, nebude možné pořídit pomůcky a nástroje, které napomáhají redukci času [4].

## 2.4 Plýtvání při přestavbách

Plýtváním se obecně označuje sled činností, které nepřidávají danému výrobku hodnotu. Při přestavbách a seřizování se nejčastěji plýtvá časem, a to na následující činnosti:

- Hledání náradí a dílů pro výměnu.
- Zbytečná chůze pro náradí, díly výměny, nástroje.
- Práce, které lze provést před zastavením stroje, se dělají až po zastavení.
- Zastavení stroje, až poté přípravy nástrojů, náradí a dílů výměny.
- Zbytečné odbíhání během výměny.

K eliminaci tohoto plýtvání času slouží pomocný nástroj „desatero IPI“, který se řídí těmito pravidly:

1. Plýtváním času jsou veškeré výměny a seřizování.
2. Slovo „nemožné“ neexistuje.
3. Na změnách se nikdy nepodílí jednotlivec, nýbrž celý tým.
4. Není nad videozáznam.
5. Vždy používej standardizovaný postup výměny.
6. Všechny nástroje, pomůcky a díly musejí být předem připraveny.
7. Jakýkoli pohyb rukou je při výměně správný, jakákoli chůze ne.
8. Snaž se vyhnout šroubům.
9. Využívej stupnice a značky.
10. Bez tréninku nelze nikdy vyhrát [1, 4, 5].

### **3. Seznámení s JIDOKA, KAIZEN, JUST-in-TIME**

Pro zvýšení efektivity celého procesu jsou důležité i jiné nástroje než SMED. Ten se zabývá výhradně jen přestavbami a činnostmi s nimi spojenými. Pro celkovou optimalizaci je důležité využít i metody, které se zabývají dalšími zlepšeními.

#### **3.1 JIDOKA**

JIDOKA je první pilíř štíhlé výroby, který do procesu výroby zavádí automatickou kontrolu. Velmi často se stává, že je kontrola prováděna pracovníkem. Je to činnost, která nepřidává výrobku žádnou hodnotu, zbytečně se spotřebovává práce člověka, který může dělat něco jiného. Využitím JIDOKY se zavádějí na stroje a linky taková opatření a funkce, aby kontrola probíhala bez účasti pracovníka. Jedná se tedy o automatické rozhodování stroje o průběhu výroby. Nejčastější technická řešení, která se užívají, jsou např. montáž dotykových čidel, která poznají, když dochází materiál v zásobníku, počítadla pro odpočítávání dávek, senzory pro teploty apod. [2].

Postup pro zavedení samokontroly do procesu:

- Sestavení analýzy pracoviště – průběh procesu, abnormality.
- Změření časů práce stroje, člověka.
- Popsání abnormalit a jejich příčin.
- Hledání řešení pro eliminaci abnormalit a způsob signalizace.
- Ověření a standardizace nové kontrolní metody [6].

#### **3.2 KAIZEN**

KAIZEN je systém neustálého zlepšování procesu malými změnami. „I ten nejmenší krok vpřed má veliký význam“. Tato metoda se snaží zapojit do procesu co možná nejvíce zaměstnanců z různých odvětví výroby, aby mezi sebou efektivně spolupracovali a nacházeli nejlepší řešení nejrůznějších problémů. Důraz je kladen hlavně na pracovníky, kteří jsou výrobě nejbližší. Jejich návrhy na zlepšení jsou častokrát užitečnější, než návrhy vzniklé v kancelářích.

#### **3.3 JUST-in-TIME**

JUST-in-TIME, dále jen JIT, v překladu „právě v čas“, je druhý pilíř štíhlé výroby. Jedná se o logistický proces, jenž byl stvořen v první polovině 20. století ve firmě Toyota, a jehož úkolem je zvýšení produktivity práce se snahou o minimalizaci



pohybu materiálu ve skladech. Veškeré zásobování a pohyb materiálu je řízen aktuální potřebou.

Základní filosofie JIT je založena na třech hlavních pravidlech:

- Výroba musí produkovat jen to, co je potřebné a s co nejvyšší efektivitou.
- Omezení plýtvání pracovních prostředků, časů a kapacit.
- Kvalita výrobků musí být 100%.

Přístupy JIT:

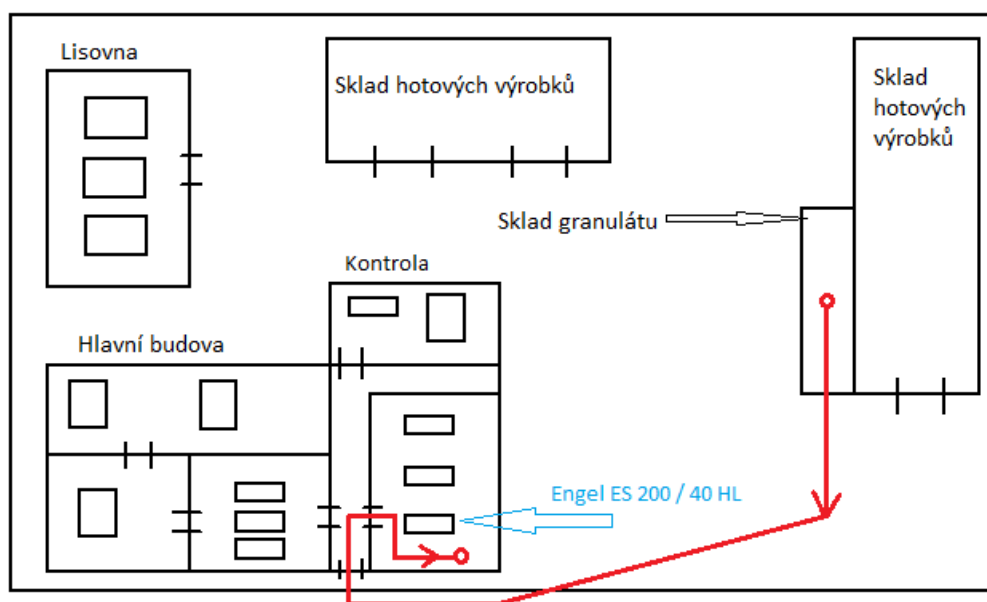
- Velmi časté dodávky materiálu (i několikrát denně).
- Výroba menších sérií.
- Zlepšení kvality ve výrobě.
- Motivace pracovníka a eliminace ztrát [1, 2].

JIT má tedy za úkol efektivněji využít držení zásob, které má za následek zlepšení návratnosti. Dále redukuje zbytečné zásoby, přičemž snižuje i cenu s tím spojenou.

Mezi nevýhody JIT patří navýšení přepravy materiálu a časová náročnost. I přesto je tato metoda velice výhodná, neboť dochází ke zvýšení produktivity, snížení nákupních cen, snížení počtu hotových výrobků ve skladech, snížení odpadů ve výrobě, zlepšení kvality a snížení nákladů na materiál.

#### 4. Analýza výrobních procesů v ING-SERVISSPLAST s. r. o.

Výrobní procesy, spojené se strojem Engel ES 200/40 HL, začínají ve skladu materiálu. Odtud skladník vyzvedává daný pytel s polotovarem (25 kg) a předepsanou barvou (jedna odměrka, neboli 250 ml), vše naloží na vozík a jede přes vchodové dveře ke stroji. Tam náklad vykládá a tím jeho práce končí. U stroje čeká obsluha, která smíchá barvu s polotovarem (granulátem plastu) a směs sype do násypky stroje. Granulát se spotřebovává v závislosti na tom, jestli se zrovna vyrábí držáky autobaterií nebo přivařovací víka. Z dlouhodobého provozu platí pravidlo, že 25 kg granulátu v násypném roštu vydrží zhruba na 3 hodiny výroby. Výše popsany proces je znázorněn na layoutu celého podniku (obr. 8).



Obr. 8: Layout pro stroj Engel ES 200/40 HL

Zdroj: Vlastní

Kontrola je prováděna náhodně, a to obsluhou stroje. Jakmile je dosažen počet kusů pro zabalení krabice, učiní tak obsluha a zabalená krabice se stejnou cestou vrací zpět do skladu hotových výrobků.

Pozornost v této práci bude zaměřena hlavně na přestavbu forem na stroji Engel, dále pak na zefektivnění celého procesu.

#### 4.1 Vstřikovací lis ENGEL ES 200/40 HL

Engel ES 200/40 HL (obr. 9) je poloautomatický vstřikovací lis rakouské výroby. Uzavírací síla stroje je 400 kN, průměr plastifikačního šneku 30 mm, velikost upínacích desek 550x430 mm a maximální vstřikovací objem 95 cm<sup>3</sup>, což odpovídá 150-ti gramům materiálu na jeden vstřik.

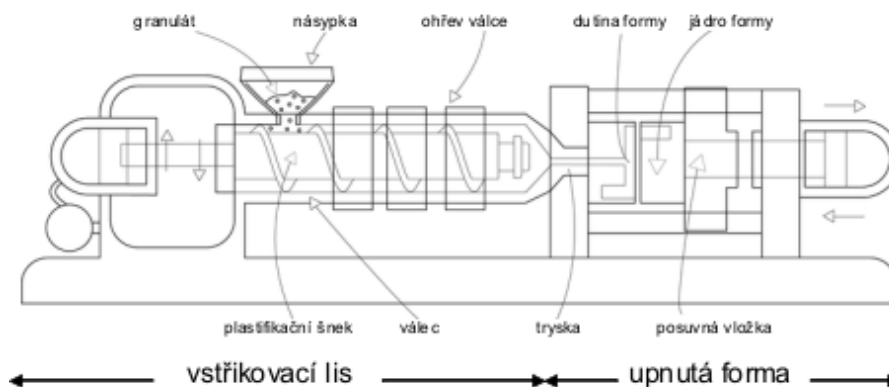


Obr. 9: Engel ES 200/40 HL

Zdroj: Vlastní

Princip tohoto stroje (obr. 10) spočívá v podávání granulátu z násypky do prostoru plastifikačního šneku, kde je zahříván a tím dochází ke změně skupenství (ze skupenství pevného na kapalné). Šnek, který se otáčí, vede horkou tekutinu směrem vpřed k trysce, ze které je následným stlačením pístu vystříknut proud roztaveného plastu, a to přímo do dutiny formy. Tekutina vyplní tvar dutiny formy a vychládá. Forma se otevírá, vyhazovač vyráží hotový výrobek ven.

Na stroji Engel se vyrábí z termoplastů (polypropylen), tudíž k vytvrzení plastu se využívá chlazení forem vodou. Výhodou termoplastů je, že se dají znovu zpracovat. Případné zmetky z výroby lze znovu přeměnit na další výrobky [7].



Obr. 10: Princip vstřikovacího lisu. Zdroj: [7]

## 4.2 Postup při sundávání formy

Činnost provádí výhradně jeden seřizovač, který odhadne, jaké nářadí, nástroje a přípravky bude pro výměnu potřebovat a připraví si je ke stroji. Poté zastaví provoz na pracovišti. V následujícím postupu je uvedena výměna formy pro držáky autobaterií (obr. 3), za formu pro přivařovací víka (obr. 2).

Odpojí se hadice pro chlazení a na vrchní část formy se našroubuje spojovací tyč, která pevně spojí obě poloviny formy. Spojovací tyč má ve středu oko, za které se forma zavěsí na jeřáb. Odšroubují se upínky, jenž drží formu na beranech stroje a forma se opatrně vyrazí ze středící díry stroje. Nyní se může forma vyndat, položit na připravenou paletu a odvézt do skladu. Proces sundávání formy je přesně opačný jejímu nandávání, detailnější popis i s potřebnými fotkami je uveden v kapitole 4.3.

I přes to, že ve firmě pracuje skladník, formu uklízí seřizovač, taktéž transport nové formy provádí sám.

## 4.3 Postup při nandávání formy

Opět zde pracuje jen jeden seřizovač, který si sám formu ze skladu doveze a dopraví ji ke stroji (obr. 11). K tomu využívá vysokozdvížného a paletového vozíku. Jakmile je forma u stroje, šroubuje seřizovač na vrchní část spojovací tyč (obr. 12), za kterou je forma vyzvednuta nad stroj (obr. 13), protože se nasazuje svrchu. Forma se pak pomalu spouští dolů, dokud se fréma nedostane na úroveň středící díry (obr. 14). Poté se oba elementy do sebe napasují. Na řadě jsou upínky, které upevní nehybnou polovinu formy na pevný beran (obr. 16). Pokud je šroub s vnitřním šestihranem příliš dlouhý, je nutno přidat podložky (obr. 17). Při dotahování upínek seřizovač využíval šestihranný („imbus“) klíč, stranový klíč, sika kleště a trubku jako nástavec na klíč. Tímto byla upnuta pouze nehybná polovina formy k pevnému beranu, a to na jedné straně stroje, je tedy zapotřebí upnout upínkami i druhou stranu. To se provede úplně stejně.



*Obr. 11: Forma připravená u stroje*  
Zdroj: Vlastní



*Obr. 12: Spojovací tyč s okem*  
Zdroj: Vlastní



*Obr. 13: Forma zavěšená nad strojem*  
Zdroj: Vlastní



*Obr. 14: Fréza a středící díra*  
Zdroj: Vlastní





*Obr. 15: Upevnění formy upínkami*

*Zdroj: Vlastní*



*Obr. 16: Středící podložka pro upínku*

*Zdroj: Vlastní*

Po kompletním upnutí nehybné části formy přijede posuvný beran k formě, která je ještě stále uzavřena díky spojovací tyči a seřizovač kontroluje, zdali není mezi posuvným beranem a hybnou částí formy mezera (obr. 17). Mezera se vymezí posuvem přes ozubená kola (obr. 18). Po vymezení mezery je zapotřebí připojit hybnou část formy k posuvnému beranu. To je provedeno za pomoci spojovacího čepu (obr. 19). Čep vyčnívající z formy je našroubován na spojovací hřídel a spojen zámkem (obr. 20). Po připojení se i posuvný beran spojí s hybnou formou přes upínky (obr. 21).



*Obr. 17: Mezera mezi formou a beranem*

*Zdroj: Vlastní*



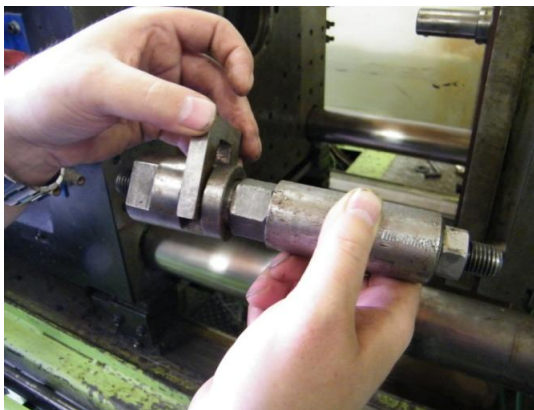
*Obr. 18: Ozubená kola pro posuv beranu*

*Zdroj: Vlastní*



*Obr. 19: Čep formy*

*Zdroj: Vlastní*



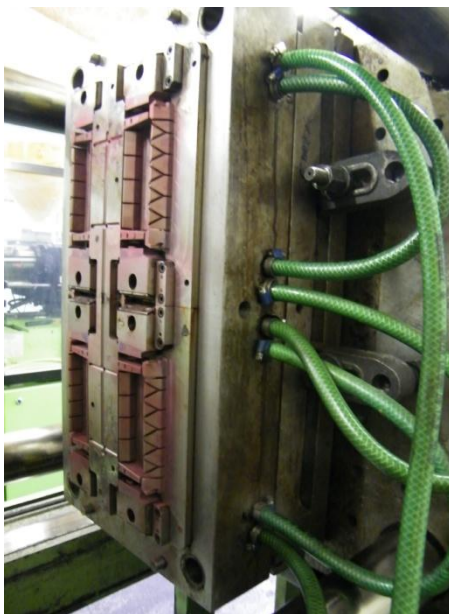
*Obr. 20: Spojovací hřídel se zámkem*

*Zdroj: Vlastní*



*Obr. 21: Plně uchycená forma*

*Zdroj: Vlastní*



*Obr. 22: Připojení hadic pro chlazení*

*Zdroj: Vlastní*

Jakmile je forma plně upnuta, seřizovač odpojuje jeřáb od oka spojovací tyče, tyč odšroubovává a sundává. Přes počítačovou stanici, která je součástí stroje, nastavuje dráhu vyrážače. Ihned potom připojuje na formu hadice pro chlazení (obr. 22).

Na závěr seřizovač provede zkušební vstříknutí, které je zapotřebí doladit, přes počítačovou stanici. Nejprve je pozornost zaměřena na vstřikovací tlak, který se

z hodnoty 50 bar zvýší na 70 bar. Dávka, která je určena velikostí zdvihu pístu, je nastavena na 110 mm, z původní hodnoty 100 mm. Rychlost vstřiku je zvýšena z 50 m/s na 65 m/s a teplota na konci trysky se zvýší o 5°C, na hodnotu 280°C. Výrobky, které ze stroje padají, jsou seřizovačem důkladně kontrolovány, jestli nedochází k nedostřikům a zda barva odpovídá normě. Shledá-li seřizovač alespoň 6 kusů výrobků, vzniklých ihned po sobě, v pořádku, předává pracoviště obsluze, uklízí nářadí a odchází.

#### 4.4 Operace při sundávání a nandávání formy

Pro aplikování metody SMED je nezbytné shrnout činnosti přestavby do přehledné tabulky, ze které bude jasné patrné, které činnosti jsou prováděny, do jaké skupiny (externí, interní) patří a kolik času spotřebovávají. To je provedeno v následujících dvou tabulkách. První pojednává o sundání formy a druhá pak o nandávání formy a rozběh nové výroby.

Číslo operace	Popis operace	Druh činnosti	Doba trvání [min]
1.	Výroba posledního kusu		0
2.	Přinesení nářadí, nástrojů	externí	4,2
3.	Vypnutí vstřikovacího lisu		0,3
4.	Odpojení chladících hadic	interní	3,2
5.	Našroubování spojovací tyče	interní	2,6
6.	Zavěšení formy na jeřáb	interní	1
7.	Odšroubování upínek	interní	2,4
8.	Vyražení frémy ze středícího otvoru	interní	0,4
9.	Vyndání formy ze stroje	interní	3,6
10.	Ustavení formy na paletu	interní	1,1
11.	Transport palety na paletovém vozíku	interní	3
12.	Transport palety vysokozdvižným vozíkem	interní	4,2
Celkový čas sundání formy			26

Tab. č. 1: Operace sundávání formy



Číslo operace	Popis operace	Druh činnosti	Doba trvání [min]
1.	Transport nové formy vysokozdvížným vozíkem	interní	4,2
2.	Transport paletovým vozíkem ke stroji	interní	1,8
3.	Našroubování spojovací tyče	interní	2
4.	Nasazení háku jeřábu do oka spojovací tyče	interní	2,3
5.	Vyzvednutí formy	interní	2
6.	Kontrola vnitřního prostoru stroje	interní	0,2
7.	Spuštění formy do vnitřního prostoru stroje	interní	1,8
8.	Nasazení frémy do středícího otvoru stroje	interní	3,1
9.	Našroubování upínek na nehybnou část formy	interní	7
10.	Vystředění podložkami	interní	5,1
11.	Kontrola mezery mezi formou a beranem	interní	3,4
12.	Spojení formy s beranem přes spojovací hřídel	interní	3,8
13.	Upnutí hybné části formy s beranem upínkami	interní	17,2
14.	Odpojení jeřábu z oka	interní	0,2
15.	Odšroubování spojovací tyče	interní	0,9
16.	Nastavení dráhy vyhazovače	interní	2,2
17.	Připojení hadic chlazení	interní	16,3
18.	Zkušební vstříknutí		0,7
19.	Úprava vstřikovacího tlaku		2
20.	Úprava zdvihu pístu		2
21.	Úprava rychlosti vstříku		2
22.	Kontrola výrobků		1,2
23.	Zahájení nové výroby		0,2
Celkový čas nandání formy			81,6

Tab. č. 2: Operace nandávání nové formy a rozběh nové výroby

Z tabulek č. 1 a 2 vyplývá, že celková doba výměny formy trvala 107,6 minut, tedy 1,793 hodin. Tento čas je závislý na tom, jak zkušený je seřizovač, který formu mění. Během přestavby se nevyskytla žádná neočekávaná závada, což podle slov seřizovače, čas od času nastane. Pro další hodnocení se bude vycházet z předpokladu, že průměrný čas výměny formy na stroji Engel ES 200/40 HL je 107,6 minut. Veškeré činnosti výměny jsou téměř výhradně interní, mezi externí patří pouze příprava náradí, nástrojů a přípravků.

#### **4.5 Zhodnocení přestaveb v roce 2012**

Během minulého roku se přestavba na stroji Engel ES 200/40 HL uskutečnila celkem 21x. Jelikož se časy přestaveb v minulém roce neměřily, ale prováděly stejným postupem, jak bylo uvedeno v tabulce č. 1 a č. 2, byl celkový čas přestaveb 2259,6 minut, neboli 37,66 hodin. Z těchto hodnot se bude vycházet pro další hodnocení.

## **5. Návrh řešení pomocí případové studie**

### **5.1 Přesun interních činností na činnosti externí**

Z tabulky č. 2 lze přesunout činnosti č. 1 a 2 (transport nové formy vysokozdvížným vozíkem, transport paletovým vozíkem ke stroji) z interních na externí. Nová forma může být u stroje připravena dříve, než se na stroji zastaví výroba. Tím, že tuto činnost provádí seřizovač, dochází k velkým časovým ztrátám, jelikož transport formy vysokozdvížným vozíkem ze skladu je časově náročný, a to především proto, že cesta ze skladu až ke stroji je nebezpečná, paleta s vozíkem se při transportu hodně třese, je tudíž vysoká pravděpodobnost pádu formy na zem. To by eventuelně mělo následky na přesnost celé dutiny formy, nehledě na to, že průměrná váha jedné formy je 700 kg, tudíž sebrat ji ze země, ošetřit, by znamenalo zásadní zdržení.

Z tabulky č. 2 lze přesunout činnost č. 3 (našroubování spojovací tyče) z interní na externí. Jedná se o našroubování dvou šroubů s vnitřním šestihranem.

Z tabulky č. 1 lze přesunout činnosti č. 11 a 12 (transport palety na paletovém vozíku, transport palety vysokozdvížným vozíkem) z interních na externí. Vezmeme-li v potaz předchozí změny, budeme mít ve chvíli, kdy zastavíme výrobu, před sebou novou formu. Starou formu vyjmeme, jeřábem spustíme na předem připravenou paletu a tím práce pro seřizovače končí. V podniku je zaměstnán i skladník, který by starou formu mohl odvézt zpět a tím ušetřit práci seřizovače, který by rovnou mohl nasazovat novou formu.

## 5.2 Změna uspořádání nářadí, nástrojů a přípravků

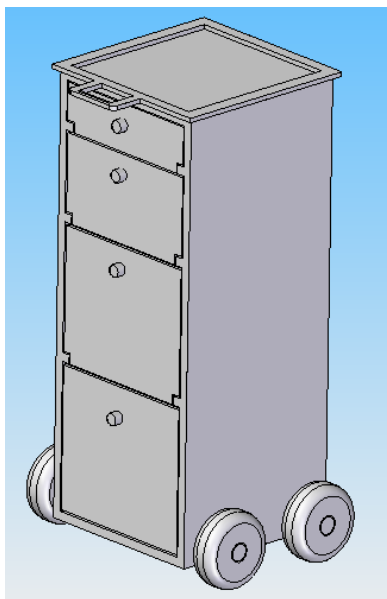
Z obrázku č. 23 je patrné, že nářadí nemá své pevně dané místo.



*Obr. 23: Uspořádání nástrojů a nářadí na pracovišti*

*Zdroj: Vlastní*

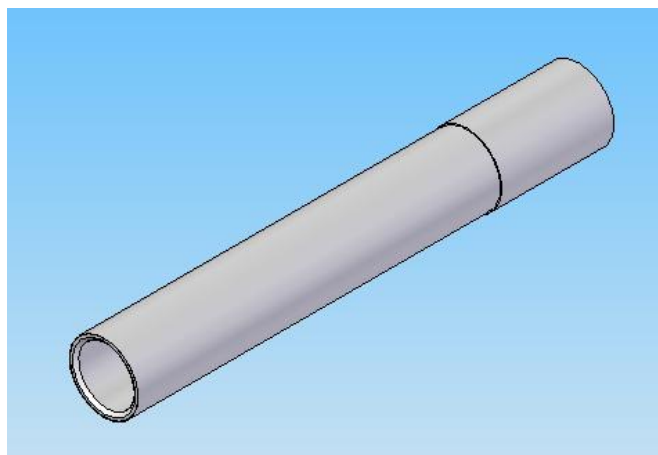
Během přestavby častokrát docházelo k problému, že seřizovač nevěděl, kam odložil stranový klíč, kde nechal klíč na šrouby s vnitřním šestihranem apod. Zlepšením by bylo použití panelu s nářadím, který by byl přidělán u každého stroje nebo pojízdným vozíkem, který by mohl být převážen od stroje ke stroji. Vzhledem k tomu, že v podniku není dostatek nářadí pro každý stroj, bude lepší využít pojízdného vozíku (obr. 24). Ten by měl na vrchu odkládací prostor, který by zamezil pokládání nářadí, kam seřizovače napadne a odstranil tak problém s hledáním nářadí. Další výhodou tohoto vozíku je, že veškeré nářadí, které se při přetypování používá, bude na jednom místě a nebude tedy potřeba jej hledat. V průběhu přetypování pak nedojde k situaci, že si seřizovač nepřinesl všechno a musí pro nářadí znovu.



*Obr. 24: Navrhovaný vozík na nářadí*

*Zdroj: Vlastní*

K dotahování upínek bylo zapotřebí prodloužit násadu klíče, to bylo prováděno lešenářskou trubicí, pomocí které sice došlo k pevnému dotažení, ale manipulace s ní byla obtížná a práci nezjednodušovala. Efektivnější by bylo použít kratší trubky, nejlépe z lehkého materiálu (hliník apod.). Seřizovač by se tak vyhnul práci s velkou a těžkou trubicí (obr. 25).



*Obr. 25: Navrhovaná nástrčná trubka*

*Zdroj: Vlastní*

Veškeré upínky, šrouby a podložky sice byly před přetypováním stroje připraveny na místě, ale jen ve třech krabicích, nijak rozdělené. Seřizovač se musel v krabicích přehrabovat a vybírat, které kusy podložek a jaké upínky použije.

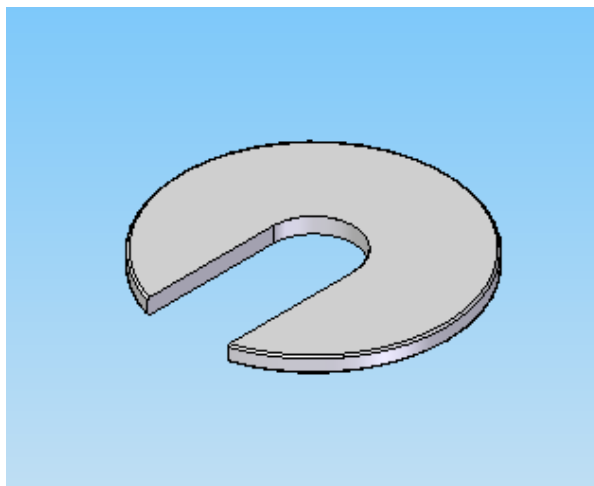
Efektivnější by bylo rozdělit podložky a upínky podle velikostí do více krabic, aby bylo ihned jasné, co odkud vzít (obr. 26).



*Obr. 26: Navrhované uspořádání upínek, podložek a šroubů*

*Zdroj: Vlastní*

Při přetypování byly pod šrouby s vnitřním šestihranem použity distanční podložky. Pod každý šroub byla dána jen jedna podložka, pak seřizovač utahoval a tím zkoušel, zdali se upínka správně přitahuje k formě. Pokud tomu tak nebylo, musel seřizovač šroub povolit a podložku buď přidat, nebo vyměnit za podložku užší. To bylo největší zdržování během přestavby. Zlepšení této operace je ve zkrácení závitů šroubů, které nebude potřeba tolik šroubovat a vylepšení tvaru podložky. Pro rychlejší manipulaci by bylo vhodnější použít podložky, které budou mít ke středovému otvoru drážku (obr. 27). Tím dojde k eliminaci zdlouhavého šroubování.



*Obr. 27: Navrhovaná distanční podložka*

*Zdroj: Vlastní*

Přetypování je činnost, která se plánuje alespoň jeden den dopředu. Přesunutím této činnosti ze začátku na konec směny by bylo možné využít dvou seřizovačů. Každý seřizovač, který jde na svou směnu, chodí zhruba o hodinu dříve, aby převzal činnost od končícího seřizovače. Vezmeme-li toto v potaz, je možné zkrátit čas přetypování o jednu čtvrtinu.

### 5.3 Zhodnocení návrhových řešení

Předchozí návrhy řešení jsou sestaveny v následujících tabulkách. V nich je zřetelně vidět, které činnosti byly přesunuty z interních na externí. Je přidán i nový sloupec, který označuje čas po aplikaci návrhů zlepšení.

Číslo operace	Popis operace	Druh činnosti	Doba trvání [min]	Nová doba trvání [min]
1.	Výroba posledního kusu		0	0
2.	Přinesení náradí, nástrojů	externí	4,2	2,1
3.	Vypnutí vstřikovacího lisu		0,3	0,3
4.	Odpojení chladících hadic	interní	3,2	3,1
5.	Našroubování spojovací tyče	interní	2,6	2,3
6.	Zavěšení formy na jeřáb	interní	1	1
7.	Odšroubování upínek	interní	2,4	2,2
8.	Vyražení frémy ze středícího otvoru	interní	0,4	0,4
9.	Vyndání formy ze stroje	interní	3,6	3,6
10.	Ustavení formy na paletu	interní	1,1	1,1
11.	Transport palety na paletovém vozíku	externí	3	0
12.	Transport palety vysokozdvížným vozíkem	externí	4,2	0
Celkový čas sundání formy			26	16,1

Tab. č. 3: Sundávání formy s využitím zlepšení

V tabulce č. 3 došlo k výraznému snížení času u operace č. 2, č. 11 a č. 12. Náradí není nutné hledat, má své místo ve vozíku, který stačí ke stroji pouze odvézt. Úspora času na operaci č. 2 je 2,1 minuty, a protože ve firmě jeden volný vozík na náradí je, není zapotřebí žádné investice.

Použitím zkrácené nástrčné trubky pro dotahování šroubů upínek bylo docíleno zkrácení času o 0,3 minuty (operace č. 5) a 0,2 minuty (operace č. 7). Zkrácená nástrčná trubka byla vyrobena z původní, lešenářské trubky, opět nebylo zapotřebí žádné investice.

Přesunutím operace č. 11 (transport palety na paletovém vozíku) z interní na externí došlo k úspoře času 3 minuty.

Přesunutím operace č. 12 (transport palety vysokozdvizným vozíkem) z interní na externí, došlo k úspoře času 4,2 minuty.

K drobným úsporám došlo i v ostatních operacích, to je dáno především vozíkem s nářadím. Původní čas sundání formy se z času 26 minut zkrátil na 16,1 minuty.

Číslo operace	Popis operace	Druh činnosti	Doba trvání [min]	Nový čas [min]
1.	Transport nové formy vysokozdvizným vozíkem	<b>externí</b>	4,2	0
2.	Transport paletovým vozíkem ke stroji	<b>externí</b>	1,8	0
3.	Našroubování spojovací tyče	interní	2	2
4.	Nasazení háku jeřábu do oka spojovací tyče	interní	2,3	2,3
5.	Vyzvednutí formy	interní	2	2
6.	Kontrola vnitřního prostoru stroje	interní	0,2	0,2
7.	Spuštění formy do vnitřního prostoru stroje	interní	1,8	1,8
8.	Nasazení frémy do středícího otvoru stroje	interní	3,1	3
9.	Našroubování upínek na nehybnou část formy	interní	7	4,1
10.	Vystředění podložkami	interní	5,1	1,6
11.	Kontrola mezery mezi formou a beranem	interní	3,4	3,4
12.	Spojení formy s beranem přes spojovací hřídel	interní	3,8	3,5
13.	Upnutí hybné části formy s beranem upínkami	interní	17,2	8,3
14.	Odpojení jeřábu z oka	interní	0,2	0,2
15.	Odšroubování spojovací tyče	interní	0,9	0,9
16.	Nastavení dráhy vyhazovače	interní	2,2	2,2
17.	Připojení hadic chlazení	interní	16,3	12,8
18.	Zkušební vstříknutí		0,7	0,7
19.	Úprava vstřikovacího tlaku		2	2
20.	Úprava zdvihu pístu		2	2
21.	Úprava rychlosti vstříku		2	2
22.	Kontrola výrobků		1,2	1,2
23.	Zahájení nové výroby	externí	0,2	0,2
Celkový čas nandání formy			81,6	56,4

Tab. č. 4: Nandávání formy s využitím zlepšení

Přesunutím operace č. 1 (transport nové formy vysokozdvizným vozíkem) z interní na externí došlo k úspoře času 4,2 minuty.



Přesunutím operace č. 2 (transport paletovým vozíkem ke stroji) z interní na externí došlo k úspoře času 1,8 minuty.

Využitím nových podložek, zkrácené nástrčné trubky a vozíku s nářadím došlo k výrazným úsporám v operacích č. 9, č. 10, č. 13 a č. 17.

Zlepšením v operaci č. 9 je, že seřizovač nehledal nářadí a lépe se mu manipulovalo s nástrčnou trubicí. Úspora času je 2,9 minuty.

V operaci č. 10 došlo k výraznému snížení času díky novému tvaru podložek, které se mohly jen nasouvat, tím se eliminovalo zbytečného šroubování. Toto zlepšení si jako jediné vyžádalo finanční částku, a to přibližně 150 Kč, časová úspora je 3,5 minuty.

V operaci č. 13 je úspora celkem 8,9 minuty. Nehledá se nářadí, upínky, šrouby a podložky mají své pevně dané místo a k dispozici je i druhý seřizovač, který pracuje na opačné straně formy.

Operace č. 17 je ušetřena o 3,5 minuty, opět díky práci dvou seřizovačů.

I v dalších operacích se vyskytují malé úspory času díky vozíku, kvůli kterému nedocházelo k hledání nářadí. Původní čas nandávání formy se z hodnoty 81,6 minut zkrátil na 56,4 minuty. Čas celého přetypování, který byl 107,6 minut, se zkrátil o 35,1 minuty na hodnotu 72,5 minut.

Posledním zlepšením, které je v rámci celého procesu možné, je přistavení nádoby na granulát plastu ke stroji. Obsluha, která na stroji pracuje, tak předejde faktu, že granulát dojde a výroba se zastaví. Takto přistavená nádoba (obr. 28) nikomu nepřekáží a je kdykoliv k dispozici.



*Obr. 28: Navrhovaná nádoba na granulát*

*Zdroj: Vlastní*

K předcházejícím úsporám došlo po aplikaci návrhů, mezi které patří lepší uspořádání upínek, šroubů a podložek na pracovišti. Původně byly tyto komponenty ve třech krabičkách, bez jakéhokoli uspořádání, což při přestavbě značně zdržovalo, neboť se pořád něco hledalo. Cílem bylo přeuspořádání komponentů do více krabiček, celkem sedmi. Šrouby pro upínky dostaly svoji krabičku, spojovací materiál, spojovací čepy a ostatní nástroje taktéž. Tím došlo k zamezení hledání v jednotlivých krabičkách.

Využitím vozíku na nářadí došlo k ucelení nářadí, kterého je při přestavbách zapotřebí. Veškeré nástroje a nářadí se uložilo do vozíku a ten dostal své pevné místo, odkud si jej seřizovač vyzvednul. Tím se zamezilo hledání nářadí před výměnou a případnému hledání během výměny. Na vrchu tohoto vozíku je i odkládací prostor pro nářadí. Nářadí při přetypování nebylo odkládáno tam, kam se seřizovači zrovna hodilo, zamezilo se jeho následnému pátrání. K dotahování šroubů a upínek bylo zapotřebí, kromě klíče na vnitřní šestihran, i nástrčné trubky. Původní lešenářská trubka byla zkrácena, tudíž manipulace s ní nebyla tolik obtížná.

Distanční podložky, kterých je potřeba při upínání desek formy k beranům, byla z časového hlediska nejnáročnější práce. Pokud bylo zapotřebí nasadit novou podložku, musel seřizovač celý šroub upínky vyšroubovat, podložku popřípadě přidat či ubrat, a znovu našroubovat. Tento proces se opakoval i vícekrát. Pro vyšší efektivnost byly

podložky vyfrézovány, čímž se eliminovalo náročné šroubování. Podložky s drážkou se dají jednoduše vsázet.

Přistavením více nádob na granulát došlo k vyššímu zabezpečení výroby. Během práce je možné, že se obsluha zabere do své činnosti, nepřinese nový granulát a stroj eventuálně nemá z čeho vyrábět. Nádoby těmto problémům předcházejí.

Bylo ušetřeno celkem 35,1 minuty, které může seřizovač věnovat údržbě dalšího strojního zařízení v podniku. Obsluha stroje během přetypování může být využita k jiné práci, popřípadě proškolená nebo může navrhnout, jaká zlepšení by se dala dále uplatnit na daném pracovišti.

## 6. Ekonomické zhodnocení

Během roku 2012 se provedlo 21 přestaveb s celkovým časem 2259,6 minut. Po aplikaci navrhovaných řešení, kde se jedna přestavba zkrátila o 35,1 minuty, to na předpokládaný rok 2013 dělá celkovou úsporu času 737,1 minut, neboli 12,285 hodin, za předpokladu, že se bude opět přestavovat 21x.

Na stroji Engel ES 200/40 HL se během minulého roku střídaly pouze přivařovací víka (obr. 2) a držáky autobaterií (obr. 3), přičemž přivařovací víka se vyráběly ve dvou velikostech. Pro přehlednost byla vytvořena tabulka, která uvádí, kolik vík a držáků je na stroji možno vyrobit během jedné hodiny a kolik činí čistý zisk z jednoho kusu a čistý zisk za jednu hodinu.

Výrobek	Počet ks/hod	Čistý zisk z jednoho kusu [Kč]	Čistý zisk za 1 hodinu [Kč]
Přivařovací víko malé	320	2,65	848
Přivařovací víko velké	342	2,7	923,4
Držáky autobaterií	390	2,25	877,5

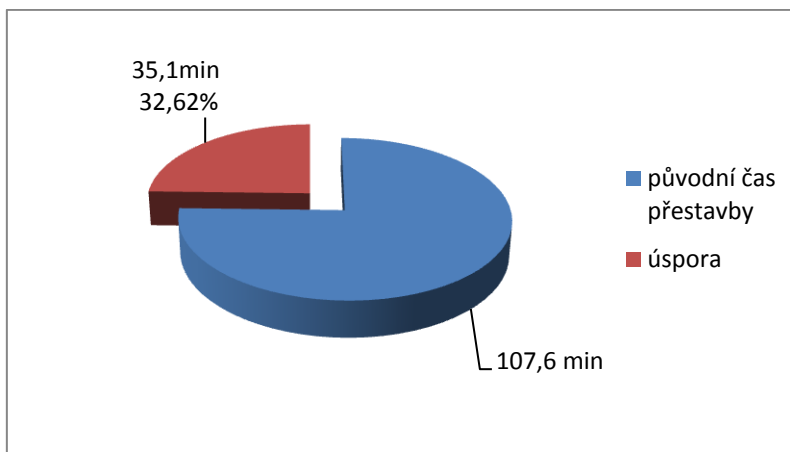
Tab. č. 5: Přehled čistých zisků

Tím, že došlo k úsporám času (737,1 minut), je nyní možné vyrábět více výrobků. To, který výrobek bude vyráběn častěji, je už záležitostí vedení společnosti. Následující tabulka ukazuje, o kolik je možné zvýšit čistý zisk u jednotlivých výrobků během ušetřeného času.

Výrobek	Čistý zisk za 1 hodinu [Kč]	Čistý zisk za 12,285 hodin [Kč]
Přivařovací víko malé	848	10417,68
Přivařovací víko velké	923,4	11343,97
Držáky autobaterií	877,5	10780,09

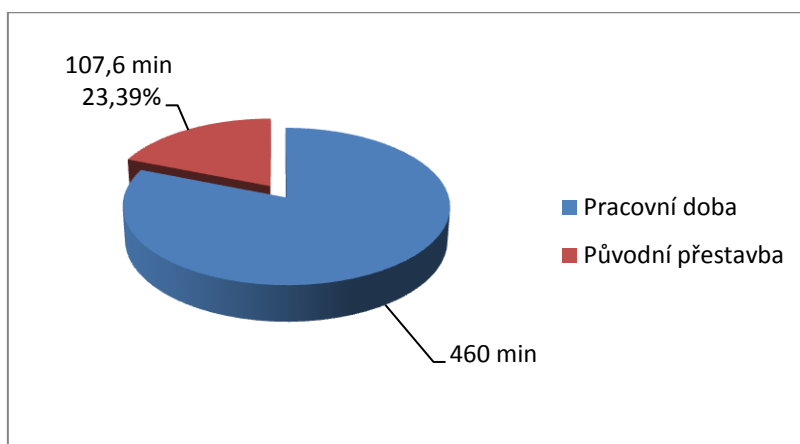
Tab. č. 6: Přehled možných čistých zisků u jednotlivých výrobků

Obr. 29 názorně ukazuje, o kolik se zkrátil čas přetypování při využití SMED. Úspora času při přestavování byla odhadnuta na jednu čtvrtinu z celého času. Ve skutečnosti je úspora (35,1 min) vyšší, a to 32,62%. Obr. 30 ukazuje, kolik času z jedné směny (460 min = 8 hod) bylo zapotřebí na výměnu formy. Přestavba zabírala 23,39% z celkového času směny. Obr. 31 udává novou časovou náročnost, která se zkrátila na 15,76% z celé směny.



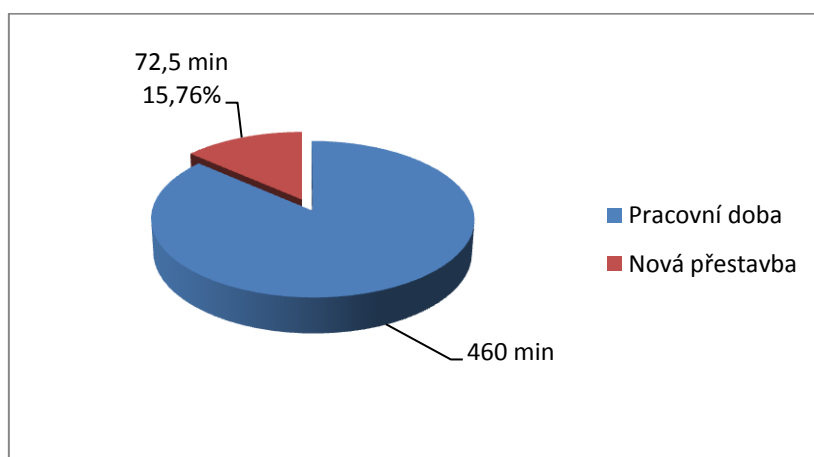
Obr. 29: Přehled úspory využitím metody SMED

Zdroj: Vlastní



Obr. 30: Přehled původní časové náročnosti přestavby

Zdroj: Vlastní



Obr. 31: Přehled současné časové náročnosti přestavby

Zdroj: Vlastní

## 7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zvýšení efektivnosti výrobních procesů u vybraných výrobků, vyráběných na vstřikovacím lisu Engel ES 200/40 HL, což se povedlo využitím SMED a ostatních nástrojů „štíhlé výroby“. Pozornost byla především věnována na přetypování forem, při které byl užit SMED. S jeho pomocí byl sestaven postup výměny formy, časová náročnost jednotlivých činností a jejich zařazení do kategorií externích a interních. Po aplikaci došlo k přehodnocení některých činností z interních na externí, což mělo za následek snížení času přetypování. Původní doba přetypování byla 107,6 minut, zkrácena byla o 35,1 minut na čas 72,5 minut.

Těmito časovými úsporami došlo k získání celkem 12,285 hod/rok. Tento čas může být využit pro další výrobu a tím i zvýšení zisků firmy. Z ekonomického hlediska by činilo roční zvýšení zisků u přivařovacího víka malého 10 417,68 Kč, přivařovacího víka velkého 11 343,97 Kč a u držáku autobaterií 10 780,09 Kč. Jediné náklady, které se během mých návrhových řešení objevily, bylo vyfrézování drážek podložek, což stálo 150 Kč.

Ve společnosti INGSERVISS-PLAST s. r. o. se k přestavbám nahlíží spíše negativně, neboť seřizovači nikdy neví, co se kde vyskytne za problém. Tyto neočekávané situace pak vyžadují spoustu práce okolo a přestavby se prodlužují až o dvojnásobek času. Problém s negativním náhledem by se dal vyřešit pomocí systému odměn, kdy za výměnu do určité doby by obdrželi například finanční částku. Tento princip by byl automaticky motivací a výměny forem by se zkrátily ještě víc.

Zkrácení času přetypování nebylo jediným vylepšením. Došlo k lepšímu uspořádání náradí a nástrojů, odstranil se problém s neustálým nepořádkem na pracovišti.

Doufám, že výsledek mé bakalářské práce bude pro podnik přínosem a motivací k dalšímu zavádění SMED, JIDOKY a KAIZEN na jiná pracoviště. V podniku byly tyto metody doposud aplikovány pouze na jedno pracoviště. Jejich využitím na více pracovišť by mohlo zvýšit efektivitu všech výrobních procesů.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [2] LUBINA, J. Přednáška č. 8: Just in Time, jidoka, kaizen.
- [3] VAVRUŠKA J. Přednáška: *Metoda SMED, Rychlá výměna nástroje*, 2011, Dostupné z: [www.kvs.tul.cz/getFile/id:14466/PI\\_SMED.pdf](http://www.kvs.tul.cz/getFile/id:14466/PI_SMED.pdf)
- [4] METODA SMED. Ininet [online]. Dostupné z [http://vyuka.pslib.cz/ininet/index.php?option=com\\_content&view=article&id=187:metoda-smed&catid=9:clanky&Itemid=16](http://vyuka.pslib.cz/ininet/index.php?option=com_content&view=article&id=187:metoda-smed&catid=9:clanky&Itemid=16)
- [5] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-90-22356-7.
- [6] JIDOKA. Svět produktivity [online]. Dostupné z <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>
- [7] PRINCIP PLASTIFIKACE. A3 [online]. Dostupné z <http://www.a3.cz/vstrikovani-plastu-informace.php>
- [8] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: GRADA PUBLISHING, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [9] KUBÍČKOVÁ, L., RAIS, K. *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*. 1. vyd. Praha: GRADA PUBLISHING, 2012. 136 s. ISBN 978-80-247-4564-0.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Model štíhlé výroby.....	9
Obr. 2: Přivařovací víka autobaterií Varta.....	11
Obr. 3: Držáky autobaterií Varta.....	11
Obr. 4: Chránítka pólů.....	11
Obr. 5: Držáky pro nákladní vozy.....	11
Obr. 6: Elektrosoučástky.....	12
Obr. 7: Odměrky pro potravinový průmysl.....	12
Obr. 8: Layout pro stroj Engel ES 200 / 40 HL.....	18
Obr. 9: Engel ES 200 / 40 HL.....	19
Obr. 10: Princip vstřikovacího lisu [7].....	19
Obr. 11: Forma připravená u stroje.....	21
Obr. 12: Spojovací tyč s okem.....	21
Obr. 13: Forma zavěšená nad strojem.....	21
Obr. 14: Fréza a středící díra.....	21
Obr. 15: Upevnění formy upínkami.....	22
Obr. 16: Středící podložka pro upínku.....	22
Obr. 17: Mezera mezi formou a beranem.....	22
Obr. 18: Ozubená kola pro posuv beranu.....	22
Obr. 19: Čep formy.....	23
Obr. 20: Spojovací hřídel se zámkem.....	23
Obr. 21: Plně uchycená forma.....	23
Obr. 22: Připojení hadic pro chlazení.....	23
Obr. 23: Uspořádání nástrojů a nářadí na pracovišti.....	27
Obr. 24: Navrhovaný vozík na nářadí.....	28
Obr. 25: Navrhovaná nástrčná trubka.....	28
Obr. 26: Navrhované uspořádání upínek, podložek a šroubů.....	29
Obr. 27: Navrhovaná distanční podložka.....	29



Obr. 28: Navrhovaná nádoba na granulát.....	32
Obr. 29: Přehled úspory využitím metody SMED.....	35
Obr. 30: Přehled původní časové náročnosti přestavby.....	35
Obr. 31: Přehled současné časové náročnosti přestavby.....	35

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I	Technologický postup výroby přivařovacích vík (2 str.)
Příloha II	Technologický postup výroby držáků autobaterií